

PAT-NO: JP358096992A
DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 58096992 A
TITLE: CIRCUIT SUBSTRATE WITH HEAT
PIPE STRUCTURE
PUBN-DATE: June 9, 1983

INVENTOR-INFORMATION:
NAME

MATSUSHITA, YASUO

NAKAMURA, KOSUKE

ASSIGNEE-INFORMATION:
NAME

COUNTRY

HITACHI LTD

N/A

APPL-NO: JP56197134

APPL-DATE: December 7, 1981

INT-CL (IPC): F28D015/00

US-CL-CURRENT: 165/104.26

ABSTRACT:

PURPOSE: To obtain a heat pipe with excellent

cooling performance even when employed in electronic apparatus or the like by a method wherein the hollow pipe itself of the heat pipe is made of electrically insulating material.

CONSTITUTION: The circuit substrate with heat pipe structure consists of containers 1 made of minute SiC layer, whicks 2 made of porous SiC layer with capillary structure containing a remarkably large number of fine open pores therewithin, which are joined onto the inner wall of the containers 1 by sintering, cavities 3 provided in the wicks 2 and struts 7, which are to support upper and lower substrates 4 and 5 from within the cavities 3 and made of porous SiC. Furthermore, because the cavities 3 in the substrates 4 and 5 are formed by pasting together the two substrates 4 and 5, onto the porous SiC layer or wick 2 recesses are provided, the flat plate circuit substrate with heat pipe structure is manufactured by sealing the surfaces 6 to be pasted together or the side surfaces of the pasting-together part air-tightly and further evacuating the cavities 3 and, after that, enclosing distilled water as working liquid.

COPYRIGHT: (C)1983, JPO&Japio

⑨ 日本国特許庁 (JP)

⑩ 特許出願公開

⑪ 公開特許公報 (A)

昭58-96992

⑫ Int. Cl.³
F 28 D 15/00

識別記号

庁内整理番号
6808-3L

⑬ 公開 昭和58年(1983)6月9日

発明の数 1
審査請求 未請求

(全 4 頁)

⑭ ヒートパイプ構造回路基板

⑯ 発明者 中村浩介

⑰ 特 願 昭56-197134

⑱ 出 願 昭56(1981)12月7日

⑲ 発明者 松下安男

日立市幸町3丁目1番1号株式
会社日立製作所日立研究所内

日立市幸町3丁目1番1号株式
会社日立製作所日立研究所内

⑳ 出 願 人 株式会社日立製作所

東京都千代田区丸の内1丁目5
番1号

㉑ 代理人 弁理士 高橋明夫

明 細 書

発明の名称 ヒートパイプ構造回路基板

特許請求の範囲

1. 基板の外周部が緻密質 SiC 層からなるコンテナと、該コンテナ内壁に焼結により接合された毛細管作用をもつ多孔質 SiC 層のウイックと、該ウイック内部に設けた空洞と、該空洞内にあつて上、下基板を支える多孔質 SiC の支柱とからなり、かつ空洞を気密封止し、さらに空洞内を減圧して動作液を封入したことを特徴とするヒートパイプ構造回路基板。

2. コンテナ材は、相対密度90%以上の多結晶焼結体であり、抵抗率 $10^{-1} \Omega \text{cm}$ 以上、熱伝導率 $0.2 \text{ cal/cm} \cdot \text{s} \cdot ^\circ\text{C}$ 以上を有することを特徴とする特許請求の範囲第1項記載のヒートパイプ構造回路基板。

3. コンテナ材は BeO 及び BN の少なくとも一方を0.5~5重量%を含み、SiCを主成分とし、相対密度が95%以上であることを特徴とする特許請求の範囲第1項記載のヒートパイプ構造回路

基板。

4. コンテナの一部に金属製の放熱フィンを装着したことを特徴とする特許請求の範囲第1項記載のヒートパイプ構造回路基板。

5. コンテナをなす緻密質 SiC 層の一部を肉厚とし、かつその肉厚部に一定間隔の細溝を設けて放熱フィンとしたことを特徴とする特許請求の範囲第1項記載のヒートパイプ構造回路基板。

6. 基板上に半導体素子を搭載又は電気回路を構成したことを特徴とする特許請求の範囲第1項記載のヒートパイプ構造回路基板。

7. コンテナの少なくとも一部の側面をメタル、ガラス、レジンで封止したことを特徴とする特許請求の範囲第1項記載のヒートパイプ構造回路基板。

発明の詳細な説明

本発明はヒートパイプに係り、特に半導体素子などの電子機器等を使用するに好適なヒートパイプに関する。

従来のヒートパイプにおいては、中間軸として

一般に熱伝導性を有する金属材料の銅、アルミニウム、ステンレス鋼などが用いられている。さらに内部のウイック材としては金属あるいはガラスなどから成る繊維状の物質を使用し、冷媒としては水、フロン、アルコールなどを前記ウイック材に浸みわたるほど封入するようにされている。

しかしながら、このような従来のヒートパイプでは、(1)半導体素子などの電子機器を冷却する場合に、金属性のヒートパイプであるため、電気的に絶縁する必要がある、この絶縁物を介在させることによる熱抵抗が大きく、従つて、冷却性能が悪く、装置が大型となる。(2)また、中空軸管の内部では安定した金属といえども常に高温の冷媒液や蒸気にさらされていることから、長期的に若干の腐食が生じ、 H_2 などのガスが発生し易い。このガスは不凝縮ガスであることから中空軸内部の熱伝導性能が著しく悪くなりヒートパイプの冷却性能が低下するなどの欠点がある。

本発明の目的は、上記従来技術の欠点を除去するために、ヒートパイプの中空管そのものを電気

熱フィンとするのが好ましい。

基板上に半導体素子及び回路導体の1種以上を載置するのが好ましい。

コンテナの少なくとも一部の側面をメタル、ガラス、レジンで封止するのが好ましい。

実施例1

第1図は本実施例になるヒートパイプ構造回路基板の断面図を示したもので、緻密質SiC層からなるコンテナ1と、その内壁に焼結により接合されしかも層内に微細な開気孔を備えて多数含有する毛細管構造の多孔質SiC層からなるウイック2と、このウイック内部に設けた空洞3と、空洞内にあつて上、下基板を支える多孔質SiCの支柱7とから構成されている。基板内部の空洞は、前記多孔質SiC層2に凹部を設けた2枚の基板4、5を貼合せて作製するため、両基板の貼合せ面6又は貼合せ部側面を気密封止し、さらに空洞内を減圧した後動作液の蒸留水を封入して平板状のヒートパイプ構造SiC回路基板を作製した。

なお、空洞内の支柱は、減圧による基板表面の

特開2005-58-96992(2)

絶縁材料にすることにより、電子機器等の冷却に好適なヒートパイプを提供するにある。

本発明は、基板の外周部が緻密質SiC層からなるコンテナと、該コンテナ内壁に焼結により接合された毛細管作用をもつ多孔質SiC層のウイックと、該ウイック内部に設けた空洞と、該空洞内にあつて上、下基板を支える多孔質SiCの支柱とからなり、かつ空洞を気密封止し、さらに空洞内を減圧して動作液を封入したことを特徴とするヒートパイプ構造回路基板にある。

コンテナは、相対密度90%以上の多結晶焼結体であり、かつ抵抗率 $10^{-1} \Omega \cdot \text{cm}$ 以上、熱伝導率 $0.2 \text{ cal/cm} \cdot \text{s} \cdot ^\circ\text{C}$ 以上を有するのが好ましい。

コンテナはBeO及びBNの少なくとも一方を0.5~5重量%を含み、SiCを主成分とし、相対密度が95%以上であるのが好ましい。

コンテナの一部に金属製の放熱フィンを接着するのが好ましい。

コンテナをなす緻密質SiC層の一部を肉厚とし、かつその肉厚部に一定間隔の細溝を設けて放

熱を防止するため、適当な間隔で設けた。

この基板に用いたコンテナ材のSiCセラミックスは、BeOが1.5重量%、残部がSiC及び不可逆的に混入する不純物からなる相対密度が99%以上の緻密な多結晶SiC焼結体であり、その特性は比重3.2、熱伝導率(室温) $0.6 \text{ cal/cm} \cdot \text{s} \cdot ^\circ\text{C}$ 、熱膨張係数(室温~1000°C) $40 \times 10^{-7} / ^\circ\text{C}$ 前後、電気抵抗率(室温) $10^{18} \Omega \cdot \text{cm}$ 以上、曲げ強さ(室温~1500°C) 45 kg/cm^2 前後である。コンテナ材に前記SiCを用いたのは、軽くしかも機械的に堅固であることの他に、主たる理由は熱膨張係数がSiのそれに近く、さらに電気絶縁性があり、かつ熱伝導率はAと並の大きな値を有するためであり、これらの特性は半導体素子のSiチップを実装する回路基板として最適な材料であるためである。

また本実施例で用いたウイック材の多孔質SiCセラミックスは、焼結助剤であるBeOを0.05重量%含有し、残部が実質的にSiCからなる相対密度85%の多孔質焼結体であり、焼結体中には

直径が数 μm 以下の微細な開気孔を極めて多数含有する毛細管構造となつている。この多孔質SiC層は動作液として空間内に封入する蒸留水との濡れが良く、強い毛管力を示した。また多孔質SiC層と前記コンテナの緻密質SiC層は真空ホットプレス焼結時に同時に一体化されるため、両層の接合力は強く、かつ両層間の熱接触が良好でありヒートパイプ動作時の伝熱効果を高めるのに有効である。

このような構成からなる本実施例のヒートパイプ構造回路基板（形状150 mm 長 \times 100 mm 幅 \times 4 mm 厚）の熱伝導性を調べた。この基板の一端を板状ヒータで加熱し、他端を水冷した時の加熱部及び水冷部間の温度差とヒータの消費電力から求めた基板の長さ方向の等価（見かけ）熱伝導率は約9800 W/C であつた。この値は同一寸法の銅板の熱伝導率（約400 W/C ）の約25倍である。また一般の回路基板用アルミナ磁器の熱伝導率（約25 W/C ）の約390倍であり、非常に高い熱伝導性を示した。また、本実施例基板の一

熱設計が容易になること、Si素子の基板への直接接合が可能であること、熱応答性が良いので瞬時的な熱変動を迅速に処理できる等のメリットが確認された。また従来のフィン付アルミナ基板あるいは金属製ヒートパイプ放熱器を用いた場合に比べて、電子装置の大巾な小形軽量化が図れ、経済的にも有利であることが確認された。

実施例2

第2図に示したように、本実施例のヒートパイプ構造回路基板は前記実施例1の同基板の放熱部にAと製の放熱フィン14を装着したものである。

この基板にマルチチップ実装した時の放熱特性を調べてみた。基板のチップ搭載部11aに消費電力が2WのSi半導体素子（4 mm^2 ）を4列5行に合計20個搭載し、全チップの消費電力を40Wとし、放熱フィン14部分だけを強制空冷（風速2 m/s ）した時のチップ表面温度は55 $^{\circ}\text{C}$ ～58 $^{\circ}\text{C}$ であり、チップ間の最大温度差は約3 $^{\circ}\text{C}$ であつた。一方、アルミナ基板に前記Siチップ20個を搭載し、裏面にはAと放熱フィンを装着

特開昭58-96992(3)

端25 mm を80 $^{\circ}\text{C}$ の温水に浸漬し、他端を自然空冷状態として基板最上部から30 mm の中央部で熱応答性を測定した結果、測定点の基板表面温度が一定温度に達するのに要した時間すなわち時定数は約45秒であつた。この値は同一手法の銅板の時定数約180秒に比べて4倍の速い応答速度であつた。

このように本実施例になるヒートパイプ構造回路基板の熱伝導性及びに熱応答性が優れる理由は、ヒートパイプの原理に基づく効果以外に、コンテナ材の緻密質SiCが高い熱伝導率をもつこと、コンテナの緻密質SiCとウイングの多孔質SiC層が焼結により直接接合されているため両者間の熱接触が良いこと等にも起因している。

以上述べたように、本実施例のヒートパイプ構造回路基板は極めて効率の良い放熱効果と熱応答性をもつ。

したがって、同基板を電子装置回路基板に使用した場合には高密度化実装並びにそれに伴う接続線長の短縮により高速信号処理などが図れる他、

して前記と同一方法で測定したSiチップの表面温度は80 $^{\circ}\text{C}$ ～102 $^{\circ}\text{C}$ であり、最大22 $^{\circ}\text{C}$ の温度差があつた。

このように本実施例のヒートパイプ構造回路基板は従来の放熱フィン付アルミナ基板に比べて、素子温度をかなり低くすることができるほか、基板上の素子温度の均一性に優れることが確認された。

実施例3

第3図に示したように、本実施例のヒートパイプ構造回路基板は前記実施例1と同じ基板のコンテナ21の一部に肉厚部24を設け、その部分に一定ピッチの溝25を適当数設けて放熱フィン26を形成した。

この基板に前記実施例2と同じ方法でマルチチップ実装し、Siチップの表面温度を測定した結果、前記実施例1と同程度の低い素子温度と素子温度の均一性を得た。

図面の簡単な説明

第1図は本発明のヒートパイプ構造回路基板の斜視図、第2図及び第3図は本発明のヒートパイ

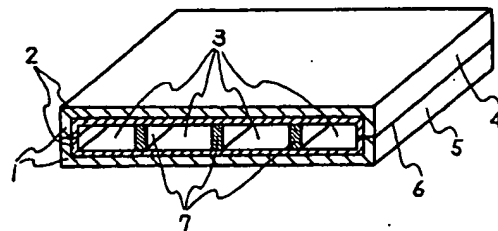
回路
ブ構造基板の断面図である。

1, 11, 21…コンテナ、2, 12, 22…ウ
イック、3, 13, 23…空洞、4, 5…基板筐
体、6…気密封止部、7…支柱、11a, 21a
…チップ搭載部、14…金属製放熱フィン、15
…接着材、24…肉厚部、25…溝部、26…炭
化珪素放熱フィン。

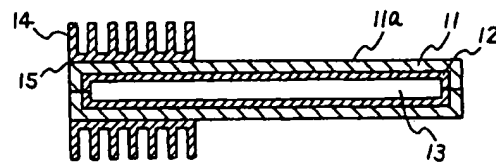
代理人 弁理士 高橋明夫



第 1 図



第 2 図



第 3 図

